

ÜBER

VERWITTERUNGSVORGÄNGE

BEI KRYSTALLINISCHEN UND SEDIMENTÄR-
GESTEINEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-ALEXANDERS
UNIVERSITÄT ERLANGEN

VON

ROBERT SCHÜTZE

AUS HALLE A. S.

BERLIN.

DRUCK VON GEBR. UNGER (TH. GRIMM).

1886.

Vorliegende Arbeit wurde im Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen
unter Leitung von Professor Dr. HILGER ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht meinem hochverehrten Lehrer und Chef Herrn Prof. Dr.
A. HILGER meinen innigsten Dank auszusprechen für die mir bei Anfertigung dieser Arbeit
in jeder Hinsicht zu Theil gewordene Unterstützung.

Unter obigem Titel hat im Jahre 1879 in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern Band VIII S. 1 Herr Professor Dr. HILGER über innerhalb dreier Jahre gewonnene Resultate von Verwitterungsversuchen, zunächst den mechanischen Zerfall der betreffenden Gesteine, welche zur Verwendung kamen, Bericht erstattet.

Ich gebe im Nachstehenden zunächst den Wortlaut einiger wesentlicher Mittheilungen aus dieser Arbeit, welche den Plan der ganzen Versuchsreihe klar legen. „Die Versuchsreihen, welche im Anfang des Jahres 1875 vorbereitet und am 1. Juni desselben Jahres begannen, beabsichtigten, über nachstehende Fragen Aufschluss zu erreichen:

1. In welcher Weise findet der mechanische Zerfall statt von Gesteinstücken möglichst gleicher Grösse und verschiedener chemischer Zusammensetzung, welche aus Material hergestellt sind, das noch nie mit der Luft direkt in Berührung war, und zwar bei gleichen meteorologischen Verhältnissen?
2. In welcher Weise verläuft der chemische Zerfall derselben Gesteine, welche Aenderungen erleidet die chemische Zusammensetzung im Laufe des Verwitterungsprozesses?
3. Welche Wirkungen veranlassen die meteorologischen Niederschläge Regen, Schnee etc., hinsichtlich ihrer lösenden Wirkung auf das Gestein?

Zur Lösung dieser Fragen, soweit solches überhaupt möglich bei kaum zu vermeidenden Fehlerquellen und störenden Einflüssen der verschiedensten Art, wurden folgende Einrichtungen getroffen, nachstehende Versuche und Beobachtungen gemacht, die noch eine Reihe von Jahren fortgesetzt werden sollen.

Die Gesteine, welche zu den Versuchen benützt wurden, sind:

1. Stubensandstein, einem Steinbruche des Burgberges, der nächsten Nähe Erlangens entnommen;
2. Personatussandstein aus dem braunen Jura des fränkischen Jurazuges, einem Steinbruche des „Hetzlas“ entnommen;
3. Jurakalk, aus derselben Fundstätte stammend, einem Steinbruche desselben Berges „Hetzlas“, direkt über den Personatusschichten gelagert;
4. Glimmerschiefer, von Munzig bei Meissen im Erzgebirge stammend.

Sämmtliche Gesteine wurden zerkleinert und in möglichst gleichmässige Stücke gebracht mit der Sorgfalt, dass alle feinpulverigen Theile (Staub) beseitigt waren. Bei Stuben- und Personatussandstein hatten die einzelnen Stücke einen Durchmesser von 10—20 mm, bei Glimmerschiefer und Jurakalk von $4\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ mm.

Die so vorbereiteten Gesteinsmassen wurden am 1. Juni 1875 in abgewogenen Quantitäten in Zinkkästen gleicher Grösse und Beschaffenheit gebracht und an einem Orte, frei von jeder Beschattung, im Freien (in einer Abtheilung des Universitätsschlossgartens) aufgestellt.

Die Konstruktion des Kastens zur Aufnahme der Gesteine, aus starkem Zinkblech gefertigt, ist folgende:

Der Kasten besteht aus 3 Theilen, dem Haupttheile zur Aufnahme der Gesteinsstücke (von 18 432 *ccm* Inhalt und 1000 *qcm* Oberfläche), der unteren Abtheilung zur Aufnahme der Menge der meteorologischen Niederschläge, welche durch die Gesteinsschichten dringen und einem Rahmen, ebenfalls von Zinkblech, dazu bestimmt, ein über den Haupttheil gespanntes Baumwolltuch mit feinen Oeffnungen festzuhalten, welches größeren das Einfallen von Blättern, Russ, größerem Staub etc. in die Gesteinsmasse verhindern sollte. Auf der Bodenfläche der unteren Abtheilung war in der Mitte ein Sieb mit Oeffnungen von der Grösse des Feinerdesiebes befestigt zum Abflusse des meteorologischen Wassers und allenfalls gebildeter durchfallender Feinerde. Ausserdem ist die Basis des Hauptbehälters mit einem Dache versehen, um das Eindringen des Regenwassers von aussen in den unteren Abtheilungsbehälter zu verhindern. Jeder einzelne Kasten steht in einer Holzhülle bis zum Beginne von Haupttheilbehälter.

Neben den 4 Kästen mit Gesteinsinhalt steht ein leerer Kasten, in derselben Zusammenstellung, mit Tuch überspannt zur Aufnahme der gleichen Menge Regenwasser etc., um den Gehalt der gelösten Bestandtheile im Regenwasser etc. kennen zu lernen. —

Seit dem 1. Juni 1875 werden täglich Temperaturbestimmungen der Luft (um 7 Uhr, 1 Uhr und Abends 7 Uhr), seit 1877 auch Bestimmungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, auch Bestimmungen der Regenmenge, sowie der Windrichtung vorgenommen, und zwar in dem den Kasten nahe gelegenen botanischen Garten der Universität. —

Nach Verlauf eines Jahres werden die Gesteinsmassen einer mechanischen Trennung mittelst der KNOP'schen Bodensiebe unterzogen, die Feinerde ebenso getrennt und die Gewichtsmengen dieser Produkte des Zerfalls festgestellt. Die Mengen der atmosphärischen Niederschläge, in jedem einzelnen Kasten angesammelt, werden von Zeit zu Zeit entleert, eingedampft, um am Schlusse des Jahres ein Bild über die Gesamtmenge der in diesem Wasser gelösten Bestandtheile zu erhalten, welche letztere quantitativ bestimmt werden.

Die chemische Zusammensetzung der Gesteine wurde vor Beginn der Versuche durch quantitative Analysen ermittelt. Weitere quantitative Bestimmungen werden vorgenommen mit der gebildeten Feinerde, ferner jener Feinerde auch, welche durch das Sieb des Behälters durchgegangen, längere Zeit mit dem Regenwasser in Berührung war. — Endlich wurden noch die wasser-aufsaugende, wasserdurchlassende Kraft, auch die Erwärmungsfähigkeit der einzelnen Gesteinsmassen vor Beginn der Versuche überhaupt bestimmt.

Die Versuchsbedingungen wurden für die Folge bis zum Jahre 1884 im Wesentlichen beibehalten, nur mit dem Unterschiede, dass in der Zeit vom 1. Juni 1878 bis 1. Juni 1884 nur ein Mal und zwar am 1. Juni 1884 der mechanische Zerfall festgestellt wurde.

Die Regenmengen, welche in dem Zinkkasten sich ansammelten und durch die Gesteinsmassen durchgedrungen waren, wurden vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1880 von Zeit zu Zeit verdampft, um die Gesamtmenge der im Regenwasser gelösten Bestandtheile zu erfahren.

Die Frage 2 bezüglich des chemischen Zerfalles der zur Verwendung gelangten Gesteine war nach Ablauf von 9 Jahren zu beantworten durch ein-

gehende Untersuchung der vom Regenwasser gelösten Bestandtheile, sowie der Verwitterungsprodukte der Gesteine.

Das nähere Studium dieser Frage wurde mir von Herrn Professor Dr. HILGER übertragen und lege ich im Folgenden die Ergebnisse meiner Arbeit vor, wobei auch im Interesse der Darstellung eines Gesamtbildes des mechanischen Zerfalles gedacht wird.

A. Mechanischer Zerfall.

Die Feststellung des Grades der mechanischen Verwitterung geschah, wie bereits erwähnt, durch Sonderung der verschiedenen Körner des Gesteins mittelst der KNOP'schen Bodensiebe, wobei bemerkt wird, dass die Bezeichnung „Feinerde“ sich auf jenes Material bezieht, welches durch das Sieb V ($\frac{1}{2}$ mm Maschenweite) durchgegangen war.

Zunächst folgt eine kurze Charakteristik der ursprünglich angewandten Gesteine.

Der zu diesem Versuche angewandte Personatussandstein zeigt in seinem gelben weichen und feinkörnigen Gefüge nur wenige weisse Glimmerblättchen. Seine Quarzkörner sind im Durchschnitt unter $\frac{1}{3}$ mm gross, und haben zumeist abgerundete Kanten. Der Personatussandstein steht auf dem Hetzlas über dem Liaskalke an und ist on roten thonigen Schichten überlagert, auf welche der weisse Jurakalk folgt.

Der Jurakalk, der zu den Versuchen diente, gehört den untersten Schichten des weissen Jura an, welche unmittelbar über den Personatussandstein des Hetzlas gelagert sind. Die grauweissen homogenen Gesteinsmassen sind von kleineren und grösseren Kalkspath-Krystallen durchsetzt, die jedoch makroskopisch nicht zur Beobachtung gelangen.

Der Stubensandstein gehört den in der Umgebung von Erlangen mächtig entwickelten Schichten des oberen Keupers an und ist einem Steinbruche des Burgberges entnommen. Der Sandstein zeigte das charakteristisch grobkörnige Gefüge, ist wenig hart, von weisser Farbe, mit vielfach scharfkantigen Quarzkörnern von 0,5—5 mm Durchmesser.

Der Glimmerschiefer der Versuchsreihe, entstammt dem sächsischen Erzgebirge und zwar der Gegend von Munzig bei Meissen.

Mechanischer Zerfall des Personatus-Sandsteins.

Angewandt wurden 20,501 kg.

KNOP'sche Bodensiebe	1. Juni 1876		1. Juni 1877		1. Juni 1878		1. Juni 1884	
	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.
Rückstand								
I. Maschenweite, $6\frac{1}{2}$ mm ursprüngliche Grösse	9,966	48,6	9,61	46,8	9,517	46,4	6,879	33,56
II. Maschenweite $4\frac{1}{2}$ mm	6,893	33,6	5,652	27,5	3,621	17,6	5,243	25,57
III. „ 2 „	0,692	3,3	0,581	2,8	1,100	5,0	1,386	6,76
IV. „ 1 „	0,062	0,03	0,055	0,27	0,203	0,99	0,181	0,88
V. „ $\frac{1}{2}$ „	0,027	0,13	0,033	0,16	0,058	0,28	0,065	0,32
Feinerde	2,860	13,9	4,570	22,3	5,002	24,4	6,402	31,03

Bei den Zinkkästen, in welchen der Personatussandstein sich befand, war der zweite Kasten schadhaft geworden, wodurch sich leider ein grösserer Verlust ergeben hat.

Aus diesen Resultaten lassen sich nachstehende Thatsachen feststellen:

Personatussandstein.

Seiner weichen Beschaffenheit entsprechend ist der mechanische Zerfall des Personatussandsteines schon nach 9 Jahren ein beträchtlicher. Gesteinsstücke ursprünglicher Grösse waren nur etwa $\frac{1}{3}$ geblieben, dann kommt der Menge nach mit auch etwa $\frac{1}{3}$ die Feinerde mit Einschluss des Schlämmmeles.

Der Siebrückstand II zeigte fast $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Gesteins, dann folgen Siebrückstand III mit 6,76 pCt. und IV und V mit zusammen $1\frac{1}{2}$ pCt. der angewandten Menge.

Durchgehend während der Zerfallperiode ist zu beobachten, dass, nachdem der Personatussandstein einmal seinen Zerfall begonnen hat, er sofort in die feinsten Produkte, die Feinerde und das Schlämmmehl zerfällt.

Daraus lässt sich schliessen, dass das Bindemittel (Cement) der Quarzkörner ausserordentlich leicht verwittert und hierdurch den raschen Zerfall veranlasst.

Weisser Jurakalk.

Siebrückstand	1876		1877		1878		1884	
	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.
II. . . .	23,767	96,66	23,700	96,6	23,660	96,6	23,411	95,21
III. . . .	0,774	3,1	0,800	3,2	0,828	3,3	1,45	4,25
IV. . . .	0,018	0,07	0,019	0,08	0,028	0,11	0,029	0,39
V. . . .	0,010	0,04	0,035	0,14	0,014	0,05	0,026	
Feinerde. .	0,019	0,08	0,036	0,15	0,060	0,23	0,0289	

Es zeigte das ursprüngliche Korn 1884 gegen das von 1876 eine Abnahme von 1,45 pCt., während der Siebrücksand II von 1884 mit dem von 1876 verglichen, eine Zunahme von 1,15 pCt. ergibt, es müssen sonach 0,3 pCt. in 8 Jahren in feineres Material zerfallen sein, unter Ausschluss jeglichen Verlustes, gefunden wurden aber 0,39 pCt.

Weisser Stubensandstein.

Siebrückstände	1876		1877		1878		1884	
	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.
I. . . .	10,31	51,9	8,462	42,6	6,767	34,2	4,209	21,21
II. . . .	2,709	13,6	2,904	14,6	2,005	10,1	2,33	11,74
III. . . .	1,275	6,4	1,373	6,9	1,627	8,2	1,749	8,81
IV. . . .	2,66	13,4	3,563	17,9	5,627	28,3	3,063	15,44
V. . . .	2,371	11,9	3,004	15,1	9,228	17,3	7,397	37,28
Feinerde. .	0,516	2,6	0,537	2,75	0,589	3,2	0,4774	2,87

Nach 9 Jahren hatte das Sieb V den bedeutendsten Rückstand, ihm folgt das ursprüngliche Korn mit 21,21 pCt., woran sich Siebrückstand IV mit 15,44 pCt. und Siebrückstand II. mit 11,74 pCt. anschliessen. Sieb III zeigt 8,81 pCt. Rückstand und die Feinerde mit Einschluss des Schlämmmeles und des Verlustes 5,52 pCt. Mit Berücksichtigung der physikalischen Beschaffen-

heit des Gesteins überhaupt kann der schnelle Zerfall dieses Sandsteines nicht überraschen. Auffallend ist die Ansammlung des Siebrückstandes IV und V (Maschenweite 1 und $\frac{1}{2}$ mm) mit 52,72 pCt., jedoch ein Blick auf das Material genügt zur Aufklärung, es ist fast reiner Quarz. Nur verhältnissmässig wenig Korn ursprünglicher Grösse blieb zurück und auch dieses zeigt Spuren oberflächlicher Verwitterung. Der mechanische Zerfall nach den beiden ersten Jahren giebt 52 pCt. an, ein Jahr später 42 pCt. und dann immer allmählich abnehmend, bis nach 9 Jahren nur noch 21 pCt. Gestein ursprünglicher Grösse zurückgeblieben waren.

Da nun in dem ersten Jahre 48 pCt. in feineres Korn zerfiel, im 2. Jahre 10 pCt. und in den darauffolgenden 7 Jahren im Ganzen nur noch 21 pCt., muss das zurückgebliebene Material sehr widerstandsfähig gegen den Einfluss der Atmosphärien gewesen sein.

Die ersten drei Siebrückstände des Jahres 1878 ergaben rund 52 pCt., im Jahre 1884 rund 42 pCt., mithin sind volle sechs Jahre verflossen, um 10 pCt. feineres Material abzusondern, während die drei ersten Jahre 48 pCt. davon lieferten. Alle diese letzten Vergleiche führen sich mit Leichtigkeit auf die Grösse der Quarzkörner zurück, die die feineren Siebe nicht passiren konnten, andererseits ist es feststehende Thatsache, dass Quarz durch Einfluss der Witterung in so kurzem Zeitraume keine nachweisbaren Veränderungen zeigt.

Die 5,52 pCt. Feinerde etc. würden, wenn sie quarzfrei wären, den besten Anhalt für den eingetretenen Zerfall geben.

Von der Annahme ausgehend, dass Siebrückstand I, II und III unveränderter Sandstein wäre, würde das Bindemittel 9,48 pCt. des Sandsteines ausmachen, dies hat aber bei einem Kieselsäuregehalt von 92,67 pCt. wenig Wahrscheinlichkeit, da grösstentheils ein kieselsäurereiches Bindemittel vorliegt.

Die weiteren Thatsachen beim chemischen Zerfall werden darüber Aufschluss geben.

Glimmerschiefer.

Siebrückstand	1876		1877		1878		1884	
	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.	kg	pCt.
II. . . .	13,792	57,5	13,224	55,2	12,434	51,6	11,556	48,26
III. . . .	8,978	37,4	9,220	38,5	9,490	39,6	9,053	37,81
IV. . . .	0,857	3,4	0,946	3,9	1,70	7,1	2,015	8,42
V. . . .	0,296	1,2	0,344	1,4	0,400	1,7	0,374	1,57
Feinerde. .	0,112	0,4	0,206	0,8	0,268	1,1	0,6655	3,24

Die 23,947 kg der Verwitterung ausgesetzten Gesteine zeigen im ersten Jahre einen überraschend bedeutenden Zerfall. Es bildete sich 42,5 pCt. feineres Korn; die Siebrückstände II und III betrugen nahezu 95 pCt., während 1884 dieselben 86 pCt. ausmachten. Somit hatte ein Zerfall von 9 pCt. gröberen Kornes in feinere Produkte innerhalb 8 Jahren stattgefunden.

In den neun Beobachtungsjahren war 10 pCt. gröberer Sand (Siebrückstand IV und V) gebildet worden, währenddem der Rest 4,14 pCt. Feinerde mit Einschluss des Schlammehles und Verlustes ausmachte.

Der Glimmerschiefer zeigt durchgehend die Eigenthümlichkeit einmal zerfallenes Material in Feinerde umzuwandeln, und dies geht mit einer gewissen

Regelmässigkeit von durchschnittlich 0,4 — 0,5 pCt. jährlich vor sich. Das zurückgebliebene Korn ursprünglicher Grösse mit Einschluss des Siebrückstandes III lässt ebenfalls eine gewisse Regelmässigkeit erkennen.

Schon beim Beginne der Versuchsreihe wurden Bestimmungen der wasseraufsaugenden und wasserhaltenden Kraft der ursprünglichen Gesteine und zwar der Siebrückstände III gemacht, nach der bisher üblichen Methode mittelst Zinkkästchen. (Siehe E. v. WOLFF, Anleitung zur Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe.)

Diese Versuche wurden im Jahre 1884 wiederholt und zwar mit Siebrückstand III und Feinerde. Die gewonnenen Resultate mögen auch hier eine Stelle finden, wenngleich bei der Mangelhaftigkeit dieser Methode selbstverständlich keine zuverlässigen Schlüsse möglich sind.

	Wasserhaltende Kraft			Wasseraufsaugende Kraft		
	Siebrückstand III		Feinerde	Siebrückstand III		Feinerde
	1878 pCt.	1884 pCt.	1884 pCt.	1878 pCt.	1884 pCt.	1884 pCt.
Personatussandstein	80,72	81,92	70,06	34,7	24,13	28,79
Jurakalk	88,24	92,18	—	20,2	9,72	—
Weisser Stubensandstein . .	75,10	84,27	66,46	22,9	15,7	34,88
Glimmerschiefer	73,8	91,21	51,05	24,4	10,09	56,67

Die beim Stubensandstein erhaltenen Werthe für wasseraufsaugende und wasserdurchlassende Kraft nähern sich in den korrespondirenden Jahren und Arten der Korngrösse. Es lässt sich im Allgemeinen feststellen, dass bei Zunahme von Quarz und gröberen Korne oder vom ersteren allein die wasserhaltende und wasserdurchlassende Kraft abnimmt, aber zunimmt mit der Zunahme des Thones und der feinerdigen Beschaffenheit des Materials. Dasselbe zeigt sich beim Glimmerschiefer.

B. Chemischer Zerfall.

Die Versuche, welche gemäss der Fragestellung zur Beurtheilung der chemischen Veränderung der hier in Betracht kommenden Gesteine zur Ausführung gelangten, waren dahin gerichtet, die Produkte des mechanischen Zerfalles, vor Allem zunächst die Feinerde, auch das Schlämmmehl der betreffenden Gesteine einer eingehenden chemischen Analyse zu unterwerfen, ebenso die Bestandtheile des Regenwassers, sowie des durch die Gesteinsmassen innerhalb der 5 Jahre, vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1880 hindurchgegangenen Regenwassers festzustellen. Auch wurden Versuche über die Absorptions-Fähigkeit einzelner Produkte des mechanischen Zerfalles ausgeführt.

Die Absorptionsversuche wurden nach KNOP's und Anderer Erfahrungen mittelst einer Chlorammonium-Lösung nach allgemein befolgter Methode ausgeführt.

Die Chlorammonium-Lösung enthielt 0,00475 g Chlorammonium in 1 ccm Lösung = 0,925 ccm, $\frac{1}{10}$ Normalsilberlösung entsprechend.

100 g des feingepulverten Gesteins wurden mit 200 ccm der Lösung 72 Stunden in verschlossenen Gefässen in Berührung gelassen. In der vom Gesteine abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Chlormenge volumetrisch mit

$\frac{1}{10}$ Normalsilberlösung, das Ammoniak nach SCHLÖSING bestimmt. Die atmosphärischen Wässer wurden im Wasserbade zur Trockne verdampft und diese Rückstände bei 110° getrocknet, da auf die vorhandenen Ammoniakmengen in vorliegendem Falle nicht allzu sehr Rücksicht zu nehmen war. In den so gewonnenen Rückständen geschah die Bestimmung der einzelnen Bestandtheile und zwar im reinen Regenwasser von Ammoniak, Salpetersäure, Eisen, Magnesia, Kalk, Kali, Natron, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure nach bekannten Methoden. In den atmosphärischen Wässern, welche durch die Gesteine gegangen waren, wurden dieselben Bestimmungen mit Ausnahme des Ammons, der Salpetersäure und des Chlors vorgenommen.

Bei der chemischen Untersuchung der Verwitterungsprodukte der Gesteine wurde folgender Gang eingeschlagen.

Die Gesteinsproben wurden im gebeutelten Zustande (fein pulverisirt) lufttrocken in Anwendung gezogen. Zunächst wurde 10prozentige Salzsäure zur Lösung verwendet (auf 1 g Gestein ca. 100 ccm) und zwar in der Weise, dass 2 Stunden bei Siedetemperatur die Säure zur Einwirkung kam. Der hier bleibende Rückstand wurde zur Beseitigung der hydratischen Kieselsäure, noch feucht mit einer Mischung von 2 Volumen kalter, gesättigter Natriumkarbonatlösung und 1 Volumen 10prozentige Kalilauge 2 Stunden lang bei Siedetemperatur behandelt (auf 1 g Substanz 50 ccm Lauge) und der ungelöste Theil mit Flusssäure aufgeschlüsselt.

Die Gesamtmenge der Kieselsäure wurde in einer neuen Portion des betreffenden Gesteines durch Aufschliessen mit kohlensaurem Natronkali bestimmt und in der hier erhaltenen Lösung nach Abscheidung der Kieselsäure im Filtrat die Schwefelsäure und Phosphorsäure bestimmt, letztere nach der Molybdänmethode (Modifikation P. WAGNER).

Die Wasserbestimmung geschah im Verbrennungsrohre im getrockneten Kohlensäure-Strome, mit vorgelegtem, gewogenen Chlorcalcium-Rohre. Aus dem Glühverluste wurde nach Abzug des Wassers die organische Substanz berechnet.

Das Eisenoxydul wurde in den Gesteinsproben nach dem Aufschliessen mittelst Schwefelsäure im zugeschmolzenen Rohre (Säure 1 : 2 Wasser) mit Kaliumpermanganat bestimmt.

Die Kohlensäure wurde im BUNSEN'schen Apparate gewichtsanalytisch bestimmt.

In den salzsauren Lösungen wurden nach bekannten Methoden bestimmt: Kieselsäure, Eisen, Thonerde, Kalk, Magnesia, Alkalien; im mit Flusssäure aufgeschlossenen Theile: Eisen, Thonerde, Kalk, Magnesia, Alkalien.

Bei der Bestimmung der Thonerde und des Eisens wurde zunächst das Gesamtgewicht der Ammonfällung gewonnen, der Niederschlag hierauf in Salzsäure gelöst und das Eisen jodometrisch, die Thonerde aus der Differenz bestimmt.

Die Trennung der Alkalien wurde in dem Wasserrückstande nach Abscheidung der Magnesia mit Baryumhydroxyd oder durch Glühen mit frisch gefälltem Quecksilberoxyd ausgeführt oder als schwefelsaure Alkalien oder Chloralkalien auf indirektem Wege aus der Schwefelsäure oder den Chlor bestimmt.

In den Gesteinen wurden die Chloralkalien mittelst Platinchlorid getrennt und aus der Differenz das Natron bestimmt, bei den Magnesia haltenden Gesteinen wurde diese durch Baryumhydroxyd zuvor abgeschieden.

Die Gesamtergebnisse der chemischen Untersuchung sind in nachstehenden Tabellen übersichtlich dargestellt:

Tabelle I giebt eine Uebersicht über die Gesammtmenge der in den atmosphärischen Niederschlägen vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1880 vorhandenen Bestandtheile.

Tabelle II bringt die Zusammensetzung der verwitterten Gesteinsproben im Vergleiche mit dem ursprünglichen Gestein, als Resultat der Pauschanalyse in Gewichts- und Atomgewichtsprozenten dargestellt.

Tabelle III stellt die prozentische Zusammensetzung des in Salzsäure löslichen, sowie unlöslichen Theiles im Vergleiche mit dem ursprünglichen Gesteine dar, und zwar in Gewichtsprozenten.

Tabelle IV giebt eine Uebersicht über die relativen Werthe der Zusammensetzung der Bindemittel (Cemente), welche Werthe dadurch erhalten wurden, dass die über Schwefelsäure getrockneten Verwitterungsprodukte, Feinerde und Schlämme als Ausgangsmaterial dienten. Bei dem Personatussandstein bildete das Schlämmehl von 1880 den Ausgangspunkt, wobei 34,80 pCt. Kieselsäure zu Grunde gelegt wurden. Bei dem Stubensandstein diente das Schlämmehl von 1884 unter Zugrundelegung von 53,55 pCt. Kieselsäure, bei dem Glimmerschiefer das Schlämmehl 1884 mit dem Kieselsäuregehalt 51,16 pCt. als Ausgangsmaterial.

Tabelle I.

	Regenwasser	Personatus- sandstein- wasser	Jurakalk- wasser	Stuben- sandstein- wasser	Glimmer- schiefer- wasser
NH ₄	0,07677 *	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0,02464	0,02246	0,01525	0,027297	0,01325
CaO	0,41528	1,46846	1,16055	0,797417	0,77244
MgO	0,06208	0,052634	0,123616	0,087072	0,225545
K ₂ O	0,3347	0,27855	0,940194	0,7856	0,95962
Na ₂ O	0,13062	0,4969		0,9905	
SO ₃	0,65441	1,16745	0,087434	1,533996	1,23654
N ₂ O ₅	0,21417 **	—	—	—	—
Cl	0,13557	—	—	—	—
SiO ₂	0,0063	0,1245	0,14775	0,1453	0,187

Auf die einzelnen Jahre vertheilen sich die Ammoniak- und Salpetersäuremengen wie folgt:

	1875—76	1876—77	1877—78	1878—80
* NH ₄	0,01711	0,0054	0,00222	0,0524
** N ₂ O ₅	0,01516	0,00561	0,0045	0,1889

wobei daran erinnert wird, dass diese Zahlen die Mengen der Bestandtheile (in Grammen ausgedrückt) darstellen, welche in jenen Mengen der atmosphärischen Niederschläge enthalten sind, die auf einen Quadratfuss Oberfläche gefallen waren. Auch muss hier bezüglich der Beschaffenheit der atmosphärischen Niederschläge auf den hohen Schwefelsäuregehalt hingewiesen werden, der uns beweist, welche verhältnissmässig grosse Mengen von schwefliger Säure durch unsere schwefelkiesreichen Heizmaterialien, vor allem aber auch durch die Hopfen-Darren, welche in der Stadt Erlangen vorhanden sind, der Luft zugeführt werden.

Tabelle II (Pauschanalysen).

Personatnussandstein.

	Ursprünglich. Gestein		Feinerde		Feinerde		Feinerde		Schlamm- mehl		Schlamm- mehl	
	1875		1876		1880 *		1880 A *		1880 B		1884	
	Gewicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Gewicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Gewicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Gewicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Gewicht pCt.	Atom-Ge- wicht pCt.	Gewicht pCt.
SiO ₂	82,31	82,63	82,31	82,52	84,29	84,89	85,24	85,31	24,44	30,85	33,89	40,25
SiO ₂ löslich **	9,84	9,89	9,84	9,87	7,43	7,48	7,32	7,33	7,88	9,94	8,94	10,62
Fe ₂ O ₃	2,18	0,82	2,34	0,88	2,27	0,86	2,16	0,81	29,69	14,06	23,92	10,65
Al ₂ O ₃	1,00	0,58	1,31	0,77	2,41	1,42	2,36	1,38	17,43	12,85	13,94	9,74
CaO	0,18	0,19	0,25	0,27	0,29	0,31	0,29	0,31	1,56	2,11	0,69	0,93
K ₂ O	1,61	1,03	0,99	0,63	1,40	0,90	1,40	0,89	3,01	2,42	1,74	1,32
Na ₂ O	0,57	0,55	0,69	0,67	0,79	0,77	0,78	0,76	2,14	2,61	1,07	1,23
SO ₃	0,54	0,37	0,56	0,42	0,00 (1)	0,00 (1)	—	—	0,28	0,27	—	—
P ₂ O ₅	0,45	0,19	0,08	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,35	0,19	0,45	0,24
H ₂ O	1,12	3,75	1,18	3,94	1,00	3,36	0,96	3,20	10,18	24,70	11,28	25,02
Organische Sub- stanz	—	—	0,24	—	0,09	—	0,08	—	2,41	—	4,85	—
	99,80	100,00	99,79	100,00	100,00	100,00	100,62	100,00	99,37	100,00	100,77	100,00

* Mit 1880 ist Feinerde bezeichnet, welche in dem unteren Zinkkasten vorhanden war und dort längere Zeit mit den atmosphärischen Niederschlägen in Berührung war. 1880 B ist aus dieser Feinerde hergestelltes Schlammmehl. 1880 A ist die nach Abzug von 1880 verbliebene Feinerde. 1884 Schlammmehl durch Schlämmen aus der Feinerde hergestellt.

** SiO₂ löslich ist jene Kieselsäure, welche nach der Zersetzung mit Salzsäure mit Alkali aufgenommen wurde.

Jurakalk.

	1875		1884	
	Gewichts-	Atom- Gewichts-	Gewichts-	Atom- Gewichts-
	Prozente		Prozente	
SiO ₂	2,51	3,85	2,35	3,62
CaCO ₃ . . .	90,63	83,62	90,96	84,16
MgCO ₃ . . .	2,95	3,24	2,24	2,47
CaO	0,52	0,86	0,57	0,94
Fe ₂ O ₃ . . .	0,34	0,19	0,67	0,28
Al ₂ O ₃ . . .	0,25	0,22	0,59	0,53
K ₂ O	0,30	0,28	0,43	0,42
Na ₂ O	0,56	0,83	0,41	0,61
P ₂ O ₅	0,40	0,26	0,20	0,12
SO ₃	0,94	1,09	1,31	1,51
H ₂ O	1,08	5,54	1,04	5,34
	100,48	100,00	100,77	100,00
	Cl Spuren		Cl Spuren	

Tabelle II (Pauschanalyse).

Stubensandstein.

	Ursprüngliches Gestein 1875		Feinerde 1876		Feinerde 1880		Schlämmehl 1884	
	Prozente nach		Prozente nach		Prozente nach		Prozente nach	
	Gewicht	Atom-Gewicht	Gewicht	Atom-Gewicht	Gewicht	Atom-Gewicht	Gewicht	Atom-Gewicht
SiO ₂	91,86	93,67	78,58	79,98	42,95	45,15	44,75	44,20
SiO ₂ löslich	(1,20) ¹⁾		9,97	10,15	12,51	12,57	7,31	7,22
Fe ₂ O ₃	0,12	0,05	0,98	0,38	2,97	1,12	2,68	1,00
Al ₂ O ₃	3,90	2,29	6,58	3,90	20,14	11,79	27,05	15,59
CaO	0,61	0,66	0,41	0,45	1,82	1,94	1,13	1,19
K ₂ O	0,27	0,81	1,03	0,67	4,90	3,14	3,38	2,06
Na ₂ O	0,41	0,40	0,60	0,59	3,74	3,63	3,06	2,93
SO ₃	0,40	0,36	0,39	0,25	0,25	0,20	Spuren	—
P ₂ O ₅	0,18	0,08	0,05	0,02	Spuren	Spuren	0,03	0,01
H ₂ O	0,50	1,68	1,06	3,61	6,11	20,46	10,27	25,80
Organische Substanz .	—	—	Spuren	—	3,78	—	2,09	—
	100,45	100,00	99,65	100,00	99,17	100,00	101,75	100,00

1) Nur die in HCl gelöste SiO₂.

Schlämmehl 1884 durch Schlämmen aus der Feinerde hergestellt.

Glimmerschiefer.

	Ursprüngliches Gestein 1875		Feinerde 1876		Schlämmehl 1884	
	Prozente nach		Prozente nach		Prozente nach	
	Gewicht	Atom-Gewicht	Gewicht	Atom-Gewicht	Gewicht	Atom-Gewicht
SiO ₂	64,41	69,03	56,61	70,26	42,20	46,69
SiO ₂ löslich	1,80 ¹⁾		9,26		6,45	
FeO	5,34	4,64	5,30	4,71	7,28	5,83
Al ₂ O ₃	18,60	11,32	19,74	12,30	27,18	15,24
CaO	0,44	0,50	0,59	0,68	1,03	1,06
MgO	1,24	1,94	0,70	1,12	0,87	1,26
K ₂ O	3,89	2,53	3,32	2,26	3,91	2,39
Na ₂ O	2,16	2,40	2,07	2,14	2,16	2,21
SO ₃	0,71	0,56	0,42	0,33	—	—
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
H ₂ O	2,04	0,07	1,74	6,19	7,91	25,31
Organische Substanz	—	—	0,59	—	2,08	—
	100,55	100,00	100,36	100,00	101,09	100,00

1) Nur die in HCl lösliche SiO₂.

Schlämmehl 1884 durch Schlämmen aus der Feinerde erhalten.

Tabelle III (Theilanalysen der Gesteine enthaltend).

Personatussandstein.

In HCl	Ursprüngliche Gesteine 1875		Feinerde 1876		Feinerde 1880 A		Schlamm- mehl 1880 B		Schlamm- mehl 1884	
	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
SiO ₂	1,12	91,03	0,73	82,31	0,89	85,24	5,71	24,44	1,38	33,89
SiO ₂ löslich	—	—	—	9,11	—	6,34	—	2,17	—	7,56
Fe ₂ O ₃	1,86	0,32	1,61	0,73	1,77	0,39	28,30	1,39	22,35	1,57
Al ₂ O ₃	0,72	0,28	0,93	0,38	0,66	1,70	14,12	3,31	6,91	7,03
CaO	0,18	—	0,25	—	0,21	0,08	1,07	0,49	0,69	Spuren
K ₂ O	0,12	1,49	0,20	0,79	0,41	0,99	1,96	1,05	0,69	1,05
Na ₂ O	0,16	0,41	0,17	0,52	0,39	0,39	1,60	0,54	0,35	0,72
SO ₃	0,54	—	0,56	—	Spuren	—	0,28	—	—	—
P ₂ O ₅	0,45	—	0,08	—	0,03	—	0,35	—	0,45	—
H ₂ O	1,12	—	1,18	—	0,96	—	10,18	—	11,28	—
Organische Substanz .	—	—	0,24	—	0,08	—	2,41	—	4,85	—
	6,27	93,53	5,95	93,84	5,40	95,13	65,98	33,39	48,95	51,82

Jurakalk.

In HCl	1875		1884 Siebrückstand III	
	löslich	unlöslich	löslich	unlöslich
	Prozente		Prozente	
SiO ₂ . . .	0,04	2,47	0,01	2,34
CaCO ₃ . . .	90,63	—	90,96	—
MgCO ₃ . . .	2,95	—	2,24	—
CaO	0,52	Spuren	0,57	Spuren
Fe ₂ O ₃ . . .	0,21	0,13	0,55	0,12
Al ₂ O ₃ . . .	0,05	0,20	0,17	0,42
K ₂ O	0,09	0,21	0,41	0,02
Na ₂ O	0,18	0,38	0,27	0,14
P ₂ O ₅	0,40	—	0,20	—
SO ₃	0,95	—	1,31	—
H ₂ O	1,08	—	1,04	—
	97,09	3,39	97,73	3,04

Tabelle III (Theilanalysen der Gesteine enthaltend).

Stubensandstein.

In HCl	1875		1876 Feinerde		1880 Feinerde		1884 Schlammmehl	
	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich	löslich	un- löslich
	Prozente		Prozente		Prozente		Prozente	
SiO ₂	1,20	91,86	0,61	78,58	1,36	42,95	1,09	44,75
SiO ₂ löslich	—	—	—	9,36	—	11,15	—	6,22
Fe ₂ O ₃	0,12	—	0,12	0,86	1,25	1,72	1,28*	1,40
Al ₂ O ₃	0,28	3,62	0,19	6,39	2,44	17,70	3,34	23,71
CaO	0,28	0,33	0,21	0,20	0,79	1,03	0,72	0,41
K ₂ O	0,21	1,06	0,62	0,41	1,41	3,49	0,89	2,49
Na ₂ O	0,10	0,31	0,48	0,12	0,89	2,85	0,41	2,65
SO ₃	0,40	—	0,39	—	0,25	—	0,03	—
P ₂ O ₅	0,18	—	0,05	—	Spuren	—	—	—
H ₂ O	0,50	—	1,06	—	6,11	0,00	10,27	—
Organische Substanz	—	—	Spuren	—	3,78	0,00	2,09	—
	3,27	97,18	3,78	95,92	18,28	80,89	20,12	81,63

* Spuren FeO.

Glimmerschiefer.

In HCl	1875		1876 Feinerde		1884 Schlammmehl	
	löslich	unlöslich	löslich	unlöslich	löslich	unlöslich
	Prozente		Prozente		Prozente	
SiO ₂	1,80	64,41	1,13	56,61	0,83	42,20
SiO ₂ löslich	—	—	—	8,13	—	5,62
Fe ₂ O ₃	5,34	—	4,78	0,52	5,55	1,73
Al ₂ O ₃	3,39	15,21	2,04	17,70	4,51	22,67
CaO	0,26	0,18	0,59	—	0,58	0,45
MgO	1,24	—	0,70	—	0,87	—
K ₂ O	1,41	2,39	0,76	2,56	1,16	2,75
Na ₂ O	0,60	1,56	0,35	1,72	0,69	1,47
SO ₃	0,71	—	0,42	—	—	—
P ₂ O ₅	0,01	—	0,02	—	0,02	—
H ₂ O	2,04	—	1,74	—	7,91	—
Organische Substanz	—	—	0,59	—	2,08	—
	16,80	83,78	13,12	87,24	24,20	76,89

Tabelle IV.

Zusammensetzung der Bindemittel.

	Personatussandstein						Stubensandstein				Glimmerschiefer			
	1875	1876	1880	1880 A	1880 B	1884	1875	1876	1880	1884		1875	1876	1884
SiO ₂ . .	34,80	34,80	34,80	34,80	34,80	34,80	53,55	53,55	53,55	53,55	SiO ₂ .	51,16	51,16	51,16
Fe ₂ O ₃ . .	18,58	20,62	18,07	17,65	31,97	32,40	0,75	4,10	3,46	2,76	FeO . .	7,75	7,72	7,95
Al ₂ O ₃ . .	8,52	11,54	19,19	19,27	18,77	18,89	24,51	27,53	23,38	27,81	Al ₂ O ₃	27,02	28,85	28,58
CaO . .	1,53	2,20	2,31	2,37	1,68	0,93	3,83	1,71	2,12	1,16	CaO . .	0,64	0,86	1,08
K ₂ O . .	13,72	8,72	11,14	11,44	3,24	2,37	7,99	4,34	5,71	3,47	MgO . .	1,79	1,02	0,91
Na ₂ O . .	4,86	6,08	6,29	6,38	2,30	1,45	2,58	2,51	4,36	3,16	K ₂ O . .	5,50	4,83	4,10
SO ₃ . .	4,60	4,94	—	—	0,30	—	2,52	1,63	0,29	—	Na ₂ O .	3,14	3,01	2,27
H ₂ O ₅ . .	3,84	0,70	0,25	0,24	0,38	0,60	1,13	0,20	—	0,03	H ₂ O . .	2,97	2,53	3,95
Si ₂ O . .	9,56	10,40	7,96	7,85	6,56	8,56	3,14	4,43	7,12	8,06	P ₂ O ₅ .	0,02	0,02	0,02

Die hier niedergelegten Gesamtergebnisse sind, wie aus der ganzen Versuchsanlage sowie Versuchsbedingungen hervorgeht, von manchen zufälligen Einwirkungen, lokalen klimatischen Verhältnissen auch Verunreinigungen mehr oder weniger beeinflusst, wodurch Fehlerquellen entstehen, die jedoch, da sämtliche Gesteine unter denselben Bedingungen sich befanden, nicht zu sehr in die Waagschale kommen. Es sind hier vor Allem in dieser Richtung zu nennen die Einflüsse der schwefligen Säure der Luft, die Russtheile mit ihrem Gehalt an Ammonsalzen, die in der Atmosphäre in Erlangen und Umgebung in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden sind, der feine Quarzstaub, der durch die Luftströmungen in der ganzen Umgebung Erlangens eine grosse Rolle spielt.

Vielfach störend wirkten die Oxydationsprodukte der Zinkkästen, das basische Zinkcarbonat, das oft reichlich die feineren Verwitterungsprodukte umhüllte, nicht minder die sich entwickelnde Vegetation auf der Oberfläche des Gesteins. Zur Klarlegung der Bezeichnungen in den Tabellen, sowie der Darstellung seien endlich noch einige Mittheilungen beigelegt:

Bei dem Personatussandstein war die Feinerde von 1878 mit basischem Zinkcarbonate und anderen zufälligen Beimengungen derart verunreinigt, dass dieselbe keine Berücksichtigung finden konnte.

Bei dem Glimmerschiefer konnten zur Untersuchung verwendet werden Feinerde von 1876 und Schlämmmehl von 1884.

Bei dem Stubensandstein konnten Verwendung finden Feinerde von 1876 und 1880, sowie Schlämmmehl von 1884.

Bei dem Jurakalke kam nur von dem Gesteine feineren Kornes von 1884 in Verwendung, da von einer Feinerde oder einem Schlämmmehle kaum die Rede sein konnte.

Bei Beurtheilung der durch die analytischen Resultate festgestellten That-sachen zeigt ein Blick auf Tabelle I, dass in den atmosphärischen Nieder-

schlagen, welche mit dem Gesteine in Berührung waren, eine Zunahme an gelöster Substanz in Vergleich mit dem Regenwasser selbst eingetreten ist und zwar innerhalb 5 Jahren.

I. Beim Personatussandstein von 2,22125 g, welche 1,053189 Calciumoxyd, 0,51304 Schwefelsäure, 0,36628 Natron und 0,1182 Kieselsäure enthalten, während Thonerde und Eisenoxyd sowie auch Kali und Magnesia in geringen Mengen vorhanden waren.

II. Vom Jurakalk gingen insgesamt 2,254 g in Lösung. Diese vertheilen sich folgender Art: 0,74527 g Calciumoxyd, 0,06108 g Magnesia, 0,474874 g Alkalien, 0,21993 g Schwefelsäure, 0,14145 g Kieselsäure. Nur unbedeutende Mengen von Thonerde, Eisenoxyd wurden weniger als im Regenwasser gefunden.

III. Aus dem Stubensandstein führte das Regenwasser 2,8915 g gelöst aus, darin wurden bestimmt, Eisen und Thonerde 0,002657 g, Calciumoxyd 0,382137 g, Magnesia 0,024992 g, Kali 0,4509 g, Natron 0,84988 g, Schwefelsäure 0,879586 g, Kieselsäure 0,139 g.

IV. Die Wasserrückstände von Glimmerschiefer betrugen 1,68825 g, diese bestehen aus 0,35696 g Kalk, 0,16346 g Magnesia, 0,4943 g Alkalien, 0,58213 g Schwefelsäure und 0,1807 g Kieselsäure mit geringen Mengen von Thonerde und Eisenoxyd.

Die Resultate der chemischen Analyse der Verwitterungsprodukte im Ver gleiche mit den ursprünglichen Gesteinen, welche auf Tabelle II und III dargestellt sind, stellen folgende Thatsachen fest:

I. Personatussandstein.

Die Gesamtkieselsäure beträgt im ursprünglichen Gesteine 92,15 pCt., sie unterliegt nur geringen Schwankungen innerhalb der Feinerde von 1876—1880 (92,15 pCt., 91,72 pCt., 92,57 pCt.) und sinkt in den Schlämmmehlen 1880 auf 32,32 pCt., 1884 auf 42,83 pCt. Die lösliche (hydratische) Kieselsäure, welche, wie oben erwähnt, abgeschieden wurde, beträgt im ursprünglichen Gesteine 9,84 pCt., ebensoviel 1876 in der Feinerde, 1880 fällt sie auf 7,43 pCt., beziehungsweise 7,32 pCt. in 1880. In dem Schlämmmehle 1880 beträgt sie 7,88 pCt., in dem von 1884 8,94 pCt., Eisenoxyd ist im ursprünglichen Gesteine 2,18 pCt. vorhanden. Dasselbe nimmt später zu, weniger in der Feinerde, als in den Schlämmmehlen, in denen es 1880 (B) 29,69 pCt. und 1884 23,92 pCt. ausmacht. Im Allgemeinen nimmt das in Salzsäure lösliche Eisen zu, vorzüglich in den Schlämmmehlen.

Bei der Thonerde findet sich Aehnliches, sie macht anfänglich 1 pCt. des Gesteins aus, wächst aber dann in den Schlämmmehlen bis auf 17,43 und 13,94 pCt. an. Das Verhältniss zwischen löslicher und unlöslicher Thonerde ist grossem Wechsel unterworfen. Auch der Kalk reichert sich von 0,18 pCt. bis auf 1,56 und 0,69 pCt. allmählich an und kennzeichnet sich mit Ausnahme von 1880 Feinerde durch seine vollkommene Löslichkeit in Salzsäure. Kali ist anfänglich 1,61 pCt. vorhanden, dieser Gehalt unterliegt mannichfacher Schwankung im Laufe der Verwitterung, so 1876 0,99 pCt., 1880 1,40 pCt., 1880 B. 3,01 pCt., 1884 1,74 pCt. Auch ist das Verhältniss zwischen in Säuren löslichem und unlöslichem Theile kein konstantes, jedoch nimmt der lösliche Theil

entschieden zu. Währenddem Natron von 0,57 pCt. bis 2,14 pCt., und 1,07 pCt. in den Schlämmmehlen zunimmt, geht damit Hand in Hand der in Salzsäure lösliche Theil.

Die Schwefelsäure nimmt mit der Verwitterung ab, und zwar bis auf vollständiges Verschwinden. Die Phosphorsäure nimmt allmählich ab bis auf ein Minimum von 0,03 pCt. in der Feinerde 1880 A., dann aber reichert sie sich in den feineren Produkten bis zum Gehalte des ursprünglichen Gesteines mit 0,45 pCt. wieder an.

Der Wassergehalt nimmt durchgehend mit der Dauer der Verwitterung zu, vorzüglich bedeutend in den feineren Produkten.

Ueberhaupt geht schon aus der Summe der in Salzsäure löslichen Bestandtheile der Feinerden hervor, dass hier nur untergeordnete Veränderungen können stattgefunden haben; anders bei den Schlämmmehlen, die 65,98 pCt., und 48,95 pCt. in Salzsäure lösliche Theile enthalten, während in den Feinerden als Maximum nur 6,27 pCt. gilt. Nachstehende Tabelle giebt an, wie viel Material ursprünglichen Gesteins nöthig gewesen ist, um 86,1 g Schlämmmehl von der Zusammensetzung 1884 zu liefern unter der Voraussetzung, dass die in dem Schlämmmehl enthaltenen Substanzen jedes Mal vollkommen aus der Ursubstanz entnommen sind. Diese Zusammenstellung bringt einen, wenn auch nur einseitigen Ueberblick über die Schnelligkeit des Zerfalles der einzelnen, das Schlämmmehl zusammensetzenden Bestandtheile.

Um das Schlämmmehl zu liefern, waren erforderlich:

Thonerde	1446,00 g
Eisenoxyd	1118,00 „
Wasser	575,00 „
Kalk	421,00 „
Natron	193,00 „
Kali	110,00 „
Phosphorsäure	109,00 „
lösliche Kieselsäure . . .	92,45 „
Kieselsäure	42,06 „

II. Jurakalk.

Die geringen Differenzen in den beiden Analysen von 1875 und 1884 sind nur wenig dazu angethan, Schlüsse über Veränderungen des Jurakalkes zuzulassen. Es sei hier nur zunächst auf die Abnahme der Phosphorsäure und die Zunahme der Schwefelsäure hingewiesen.

III. Stubensandstein.

Der Stubensandstein liefert bei analoger Betrachtung folgende Resultate: Die Gesamtkieselsäure nimmt mit der Verwitterung ab, und zwar von 93,16 pCt. im ursprünglichen Gestein finden sich in der Feinerde 1876 88,55 pCt., 1880 57,46 pCt. und im Schlämmmehl 1884 jedoch nur 52,06 pCt.

Die lösliche Kieselsäure nimmt zu beim Vergleich der Jahrgänge 1876 und 1880, sie nimmt ab im Schlämmmehl von 1884.

Das Eisenoxyd nimmt durchgehend zu, und ist hier zu bemerken, dass vom Jahre 1876 an ein in Salzsäure löslicher und unlöslicher Theil existirt, während das ursprüngliche Gestein nur lösliches Eisen zeigt.

Die Thonerde nimmt rapid zu mit der Verwitterung. Es harmonirt im Grossen und Ganzen der in Salzsäure lösliche mit dem unlöslichen Theil bei der Anreicherung der Thonerde. Gegen das unverwitterte Gestein mit 3,90 pCt. Aluminiumoxyd sind folgende Werthe für Aluminiumoxyd zu verzeichnen, 1876 6,58 pCt., 1880 20,14 pCt., 1884 27,05 pCt., welche Zahlen als sprechender Beweis für die schnelle Verwitterung des Sandsteins dienen.

Der Kalk wird immer angereichert mit Ausnahme der Feinerde von 1876, wo 0,2 pCt. weniger als im Ausgangsmaterial gefunden wurden (0,61, 0,41, 1,82, 1,13).

Das Kali wird ganz analog dem Kalke angereichert, es zeigt uns ein Zurückgehen im Jahre 1876. Die Werthe stellen sich wie folgt: das Ausgangsmaterial mit 1,27 pCt., die Feinerde 1876 mit 1,03 pCt., 1880 mit 4,90 pCt., das Schlämmmehl 1884 mit 3,38 pCt. Die Löslichkeit in Salzsäure nimmt mit der Verwitterung zu.

Natron zeigt durchgehend eine Anreicherung; ganz im Einklange mit dem Kali steigt es von 1880 an rapid, was durch beistehende Zahlen ausgedrückt wird. 1875 0,41 pCt., 1876 0,60 pCt., 1880 3,74 pCt., 1884 3,06 pCt. Die Schwefelsäure wird allmählich fast gänzlich eliminirt bis auf 0,03 pCt. Schwefelschlämmmehl von 1884, während in dem Gestein 0,40 pCt. bei Beginn der Reihe vorhanden waren.

Die Phosphorsäure anfänglich 0,18 pCt., konnte aber schon 1880 in der nur noch qualitativ nachgewiesen werden. Der Wassergehalt nimmt mit der Verwitterungsdauer und dem Zerfalle zu, er steigt von 1,06—6,11 pCt. auf 10,27 pCt. gestellt sind, die in Salzsäure löslichen Bestandtheile nimmt mit der fortwährenden Verwitterung zu.

IV. Glimmerschiefer.

Auch der Glimmerschiefer zeigt ein Zurückgehen der Gesamtkieselsäure, sowie der löslichen während der Verwitterung. Es sprechen dafür die Prozentzahlen 66,21 pCt. SiO_2 im ursprünglichen Gestein, 65,87 pCt. in der Feinerde von 1876 und 47,65 pCt. im Schlämmmehl 1884.

Das Eisen musste als Eisenoxydul berechnet werden, da es vorwaltend als solches vorhanden war, und eine exakte Trennung der Oxydationsstufe durch die Menge der organischen Substanz illusorisch wurde. Das Eisenoxydul wird nur langsam angereichert. Das Ausgangsmaterial giebt 5,34 pCt. Eisenoxydul an, während 1884 im Schlämmmehl 7,28 pCt. gefunden wurden. Die Löslichkeit in Salzsäure neigt eher zur Abnahme des löslichen Theiles.

Im ursprünglichen Gesteine beträgt die Thonerde 18,60 pCt., in der Feinerde 1876 19,74 pCt. und im Schlämmmehl 1884 27,18 pCt.

Mit dieser Zunahme hält auch die Löslichkeit in Salzsäure ziemlich gleichen Schritt.

Der Kalk nimmt zu und ebenso steigert sich seine Löslichkeit. Anfänglich waren 0,44 pCt. vorhanden, in der Feinerde 1876 0,59 pCt., und das Schlämmmehl 1884 enthielt 1,03 pCt. davon.

Die Magnesia nimmt ab und ist durchgehends im löslichen Theile enthalten.

Kali und Natron erhalten sich ziemlich auf gleicher Höhe in den Anfangs-

und Endstadien, während die Feinerde von 1876 eine Verringerung der Alkalien zeigt.

Das Natron zeigt sich löslicher als das Kali in den Verwitterungsprodukten.

Gegen 0,71 pCt. Schwefelsäure in Ausgangsmaterial fehlt diese im Schlamm-mehl 1884 gänzlich, und die Feinerde 1876 enthält davon 0,42 pCt.

Die Phosphorsäure steigt von 0,01 pCt. auf 0,02 pCt. in den Zerfallsprodukten.

Der Wassergehalt nimmt mit der Verwitterung im Schlamm-mehle bedeutend zu, während er 1876 in der Feinerde zurückgeht.

Ganz dem Wassergehalt analog verhält sich die Summe der in den einzelnen Jahrgängen in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

In seinen aphoristischen Studien über Verwitterungsprodukte von Gesteinen schlägt Professor Dr. NIESS die Darlegung von Verwitterungsvorgängen in sogenannten Atomgewichtsprocenten vor, und diesem Vorschlag folgend wurden in Tabelle II die Pauschanalysen neben der gewöhnlich üblichen Berechnung nach Gewichtsprocenten auch in Atomgewichtsprocenten beigelegt. Wie schon weiter oben bemerkt wurde, dienten zur Aufstellung dieser Tabelle die Analysen von über Schwefelsäure getrocknetem Materiale; es wurde ferner auch die organische Substanz als nicht integrierender Bestandtheil der Gesteine nicht mit in Betracht gezogen.

Die so erhaltenen Werthe wurden durch das Molekulargewicht der einzelnen Körper dividirt, als Atomgewicht wurden zu Grunde gelegt, wie überhaupt bei allen Berechnungen $H = 1$ $O = 16$ $Si = 28$ $fc. = 56$ etc.

Die so erhaltenen Quotienten wurden auf 100 berechnet.

Ein Vergleich der erhaltenen Werthe kann unterbleiben, da er fast keine neuen Gesichtspunkte zur Beurtheilung der Zerfallsprodukte liefern würde.

Zur Erklärung der auf Tabelle IV mitgetheilten Werthe, welche über die Entstehung und Zusammensetzung der Bindemittel bei dem Sandstein und Glimmerschiefer eine bessere Anschauung gewähren sollen, mögen folgende Bemerkungen noch gestattet sein. —

Von der feststehenden Thatsache geleitet, dass die Kieselsäure in den Verwitterungsprodukten zum Theile als Quarz vorhanden sein musste (analog der Gangart der Mineralien), wurde als Ausgangsmaterial für die Berechnung jedes Mal dasjenige Verwitterungsprodukt ausgewählt, welches die geringste Menge Kieselsäure enthielt, z. B. beim Personatussandstein das über Schwefelsäure getrocknete Schlamm-mehl von 1880 B. Die Berechnung geschah in der Weise, dass die Analyse nach Abzug der organischen Substanz auf 100 berechnet wurde. Auf diese Weise wurde eine Substanz von der Zusammensetzung Tabelle IV Personatussandstein 1880 B erhalten; der Kieselsäuregehalt von 34,80 pCt. diente als Basis für die weitere Berechnung der übrigen Produkte des Personatussandsteines, indem sämtliche übrigen Bestandtheile jedes Jahrganges, mit Ausschluss der Kieselsäure und der organischen Substanz auf 65,20 Theile berechnet wurden, so dass ihre Summe mit 34,80 Kieselsäure 100 ergab.

Dieselbe Berechnung wurde auch für die Produkte des Stubensandsteines und des Glimmerschiefers angewandt. Es wurden dadurch Werthe erhalten, welche relativ auf die Willkür der Methode gut vergleichbare Resultate liefern.

Wenn nun zu einer allgemeinen Diskussion der erhaltenen Resultate endlich

übergegangen wird, so bedarf es wohl kaum des Hinweises auf die Thatsache, dass die Schlussfolgerungen, durch die unvermeidlichen Fehlerquellen bei der Versuchsanlage beeinflusst, nicht für alle Fälle gültige Thatsachen einschliessen, trotzdem aber sehr werthvolle neue Gesichtspunkte bieten, nicht minder bereits Beobachtetes sicher stellen.

Der Personatussandstein zeigt den grössten Zerfall in feine Produkte, ihm folgt der Stubensandstein, dann der Glimmerschiefer und zuletzt der Jurakalk.

Ein gewisses Verhältniss scheint zwischen dem mechanischen Zerfalle und dem Wasseraufsaugungsvermögen bei Berücksichtigung der Siebrückstände III obzuwalten, wie nachstehende Durchschnittszahlen beweisen:

Personatussandstein	19,48 pCt.	} Mittelzahlen.
Stubensandstein	. 15,4 "	
Glimmerschiefer	. 9,44 "	
Jurakalk	 8,82 "	

Es zeigt sich hier eine auffallende Regelmässigkeit in der Abnahme von Stubensandstein bis zum Jurakalk, was mit dem gröberen oder feineren Korne, mit der dadurch veranlassten geringeren oder grösseren Porosität der Gesteinsmassen zusammenhängt.

Berücksichtigt man die gefundenen Werthe für die feineren Verwitterungsprodukte, das sogenannte Schlämmmehl, so begegnet uns eine analoge Regelmässigkeit in der Abnahme von Glimmerschiefer, der die grössten Mengen Schlämmmehl aufzuweisen hat, zu Stubensandstein und Personatussandstein.

Die zersetzenden und zerstörenden Einflüsse der Atmosphärien der meteorologischen Niederschläge in Gemeinschaft mit den Bestandtheilen der Atmosphäre, des Sauerstoffes der Kohlensäure, vor Allem auch der in der Luft vorhandenen schwefeligen Säure resp. Schwefelsäure zeigen sich in den vorliegenden Resultaten dieser Versuchsreihe in der anschaulichsten Weise.

Das Eisenoxydul der Gesteine speziell des Glimmerschiefers wird reichlich gelöst, weiter oxydirt, die Bindemittel der Quarzkörner in den Sandsteinen werden gelockert, die Alkalien werden als Carbonate oder saure Silikate ausgelaugt, letztere wieder theilweise zerlegt unter Abscheidung hydratischer Kieselsäure, der Kalk wird reichlich, besonders im Jurakalk, gelöst, nicht nur durch die Kohlensäure, sondern auch durch die schwefelige Säure resp. die Schwefelsäure.

Der phosphorsaure Kalk der Gesteine wird nach verhältnissmässig kurzer Zeit vollkommen von der Kohlensäure der atmosphärischen Wässer weitergeführt, unter Umständen wieder von dem feinsten Materiale aufgenommen (Glimmerschiefer).

In Folge des Zerfalles der Bindemittel finden, wie klar ersichtlich, Abscheidungen von Sesquioxyden, der Hydrate des Aluminium-Oxydes und Eisen-Oxydes statt, es entstehen Hydrosilikate des Aluminiums mit grösserem oder geringerem Alkaligehalt, welch letzterer in Form von schwerem, verwitterbaren Alkalisilikat oder absorbirtem Kali vorhanden ist.

Die Hydrosilikate mit dem verhältnissmässig reichen Gehalt an Hydraten der Thonerde und des Eisens müssen absorbirend auf Kalk, Kali, wenn auch nur vorübergehend, wirken.

Ueberraschend geradezu ist die innerhalb 8 Jahren eingetretene Veränderung in der chemischen Beschaffenheit der beiden Sandsteine, weniger des Glimmerschiefers. Die Bindemittel der Sandsteine sind zum grossen Theile beseitigt

und umgewandelt, wodurch ein für die Vegetation werthvolles Bodenmaterial geschaffen wurde.

In verhältnissmässig kurzer Zeit haben die beiden Sandsteine ihre Pflanzennährstoffe Phosphorsäure, Kalk, Kali in für die Vegetation nutzbare Form gebracht, wodurch unbedingt, wie auch aus den übrigen Thatsachen erhellt, bewiesen ist, dass die Sandsteine hier speziell Stubensandstein und Personatussandstein sehr bald verwittern und einen Boden liefern müssen, der in der ersten Zeit die Vegetation mit Pflanzennährstoffen reichlich versehen kann, aber bald seinen Werth in dieser Richtung verlieren muss, sobald die Quarzkörner isolirt sind und das Bindemittel endlich mehr den Charakter eines Hydrosilicates verliert, und ein Aluminium-Eisensilicat zurückbleibt, der Alkalien der Phosphorsäure und des Kalkes beraubt.

Bei dem Glimmerschiefer schreitet der mechanische Zerfall verhältnissmässig rasch vor, der chemische nicht in dem Masse, jedenfalls aber für die Vegetation in günstigerer Form, da die Pflanzennährstoffe, welche hier in Betracht kommen, nur allmählich zur Lösung und Wirkung gelangen. — Am indifferentesten zeigt sich der Jurakalk, über dessen Bedeutung für die Bodenbildung nach 8 Jahren wenig Positives gesagt werden kann.

Wenden wir uns wieder zu den Veränderungen der Bindemittel.

Die lösende Einwirkung der atmosphärischen Wässer muss naturgemäss zur Auflockerung der Gesteine beigetragen haben, wie auch die Sandsteine und der Glimmerschiefer durch zum Theile fast vollständige Trennung des Bindemittels vom Quarze in den Schlämmmehlen zeigen.

Es wird daher die Betrachtung der Bindemittel der Sandsteine und des Glimmers von Glimmerschiefer nach Tabelle IV. einiger Beachtung werth sein, besonders wenn auch die Resultate der Tabelle III. bezüglich der in Salzsäure lösliche Theil mit berücksichtigt wird.

Das Bindemittel des Personatussandsteines ist Aluminium-Eisensilicat mit einem Alkalisilikat, Thonerde und Eisenoxydhydrat enthaltend neben Calciumphosphat.

Das Bindemittel des Stubensandsteines besteht aus einem eisenarmen Aluminium-Alkali-Kalksilicat, dem phosphorsaurer Kalk beigemennt ist.

In dem Glimmerschiefer, bei welchem von einem Bindemittel, analog den Sandsteinen nicht die Rede sein kann, besteht der Glimmer selbst aus Magnesia-Eisenglimmer mit Kaliglimmer. Der Kalk tritt in den Hintergrund. Das Material, welches hier unter den Namen Schlämmmehl im Vergleiche mit den Bindemitteln der Sandsteine in Betracht gezogen wird, enthält noch reichlich feinen Quarz beigemennt.

Verfolgt man den Grad der Verwitterung und Umwandlung bei den Schlämmmehlen, welche unstreitig als die am weitesten vorgeschrittenen Produkte des mechanischen und chemischen Zerfalles betrachtet werden dürfen, und vergleicht diese mit der Beschaffenheit der Bindemittel im unverwitterten Zustande, so sind folgende Schlussfolgerungen zulässig:

Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die Bindemittel beider Sandsteine nach dem ersten Verwitterungsjahre; es *sinkt der Kaligehalt beider, sowie auch der Eisengehalt des Personatussandsteines, sowie der Thonerde und Eisengehalt des Stubensandsteines* und zeigt dadurch ein Analogon mit den Schlämmmehlen. Vielleicht lässt sich dies etwa dadurch erklären, dass hier 1876 ein leicht verwitterbarer Theil und schon verwittertes Gestein sich nur vorwiegend in der

Feinerde angesammelt haben, während später beim Zerfall einer grösseren Menge ursprünglichen Gesteins die kleinere Menge veränderten Materials in den Hintergrund gedrängt wurde und sich darum der Beobachtung entzog.

Beim *Personatussandstein* reichert sich *Thonerde, Kalk und Natron* in den *Feinerden* an, das heisst mit anderen Worten, die Thonerde -- Kalk- und Natronsilicate verwittern leichter als die Kalisilicate. In wie weit die Kalkabsorption hier mitgewirkt haben mag, ist schwer zu entscheiden.

Auch kann die obige Behauptung bei Betrachtung der überwiegenden Natronmengen in dem Schlämmmehl aufrecht erhalten werden, es liegen hier Verhältnisse von Natron zu Kali vor, die dafür sprechen 1875 5:14, 1884 1:2.

Die grössere Menge Thonerde, welche unlöslich zurückgeblieben ist, lässt sich auf einen Theil schon früher zersetzten Silicates zurückführen, während die darin enthaltenen Alkalien und Kalk durch die Wässer ausgewaschen wurden, was mit Hilfe der Resultate aus den Wasserrückständen unschwer zu erklären ist.

Die reichlichen Mengen Eisens, wie schon oben bemerkt, wurde, müssen grösstentheils als Eisenhydroxyd vielleicht auch minimal als basisches Sulfat oder Phosphat enthalten gewesen sein. Weniger Wahrscheinlichkeit liegt vor, sie als Silicate anzunehmen, wegen ihrer Quantität und leichten Löslichkeit in Salzsäure. Zum Theil ist das Eisen, reduziert durch die organische Substanz, als kohlensaures Eisenoxydul in Lösung geführt worden, welches dann durch den Sauerstoff der Luft sich oxydirte und als feinvertheiltes Oxyd niedergeschlagen wurde, später sich allmählich in Eisenoxydhydrat umwandelte.

Durch das Schwinden der Schwefel- und Phosphor-Säure, werden die oben beim Eisen angegebenen Thatsachen noch gestützt. Auch ist es noch möglich, dass die in Lösung gegangenen schwefelsauren und phosphorsauren Salze des Eisens und Aluminiums durch basische Alkali-Silicate zersetzt worden sind, wodurch schwefel- und phosphorsaures Alkali in Lösung geführt wurden.

Die Feinerden des Sandsteines liefern Produkte, welche vermöge ihres Kaligehaltes und ihrer sonstigen Zusammensetzung sehr geeignet sind, eine gute Ackerkrume zu bilden, was auch in Wirklichkeit durch die fruchtbaren Landstriche im Jura, in denen der Personatussandstein als Ackerboden bildendes Material gedient hat, besonders in den üppigen Hopfengärten eine Bestätigung findet.

Schliesslich sei noch auf das vorläufig direkt aus dem Personatussandstein entstehende Verwitterungsprodukt hingewiesen, welches als ein sehr eisenreiches Aluminiumhydroxysilicat betrachtet werden kann.

Der *Stubensandstein* zeigt ein dem Personatussandstein ähnliches Verhalten, worauf schon am Eingang dieses Abschnittes hingewiesen wurde.

Als vorläufiges Endprodukt der Verwitterung entsteht ein Thon mit relativ grossem Alkaligehalte. Auch hier scheint das Kalisilicat eine grössere Resistenz als das Natronsilicat gegen die atmosphärischen Einflüsse zu zeigen, was auch aus den Regenwasser-Rückständen zu schliessen ist.

Beim *Glimmerschiefer* liegen bei der schweren Verwitterungsfähigkeit des Glimmers die Resultate ziemlich klar. Das Eisen ist nur geringen Schwankungen unterworfen, und das vorhandene Oxyd zeugt von der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Thonerde steigt für die Verhältnisse beträchtlich, was wiederum einen Schluss auf schon zum Theile verwittertes Material zulässt.

Der Kalk reichert sich an, die Magnesia und Alkalien gehen durch Lösung zurück, was im vollkommenen Einklang mit dem aus den Regenwasser hervorgegangenen Resultaten steht. Die Schwefelsäure wird ausgewaschen, während die Phosphorsäure sich gleich bleibt, das heisst mit anderen Worten zurückgeht, da die Substanz so zu sagen, ohne die grosse Menge Quarz konzentrierter geworden ist.

Die Wasserzunahme beweist Hydrosilicat-Bildung.

Unter diesen Umständen muss sich daher ein thoniges Schlammprodukt durch die Verwitterung bilden, was auch keineswegs befremden kann, da die Natur derartige Umwandlungen zeigt.

Bei dem Glimmerschiefer sieht man recht deutlich, dass schon innerhalb der verhältnissmässig kurzen Dauer von 9 Jahren interessante chemisch nachweisbare Veränderungen vor sich gegangen sind, hervorgerufen durch den Einfluss der Atmosphärentheile, obwohl das Material als sehr resistent gilt. — Schon der regelmässige mechanische Zerfall nach gewissen Zeitabschnitten und der damit Hand in Hand gehenden Eigenschaften des physikalischen und chemischen Theiles lassen an Präzision für derartige Verwitterungsvorgänge wenig zu wünschen übrig.

Die Resultate der ausgeführten Absorptionsversuche, sowie eine Uebersicht über die klimatischen Verhältnisse besonders im Betreff der Regenmengen, Temperatur folgen noch zur näheren Orientirung

Absorption.

Die Versuche über die Absorption in den ursprünglichen Gesteinen und den Zerfallsprodukten wurde unter den schon oben angegebenen Bedingungen mit Salmiaklösung ausgeführt. Es sei hier bemerkt, dass im Nachstehenden unter I. 100 g ursprüngliches Gestein, unter II. 100 g Siebrückstand 3 von 1884, und unter III. 100 g Schlammmehl von 1884 zu verstehen ist.

Personatussandstein

I. absorbirte das Ammon aus 0,41195 g Salmiak, II. aus 0,16585 g Salmiak, III. aus 0,47025 g Salmiak.

Die Absorption geschah durch Auswechslung, es ging Kalk neben Spuren von Eisen in Lösung

Jurakalk

I. absorbirte Ammoniak aus 0,16585 g Chlorammonium, II. aus 0,20507 g Salmiak.

Die nahe Uebereinstimmung dieser Resultate steht mit den aus den Analysen hervorgegangenen Beobachtungen im vollsten Einklange. In der Lösung wurde nach der Absorption Kalk nachgewiesen.

Stubensandstein

I. absorbirte das Ammon aus 0,23686 g Chlorammonium, II. aus 0,11663 g Chlorammonium und III. aus 0,53675 g Salmiak.

Die geringe Absorption für II. findet eine Erklärung in dem dem Material reichlich beigemengten Quarze. — Bei der Auswechslung ging Kalk in Lösung

Glimmerschiefer

II. absorbirte das Ammon aus 0,20507 g Chlorammonium und III. aus 0,396435 g Chlorammonium.

In der Lösung wurde nach der Absorption Kalk und Magnesia nachgewiesen. Das Vorwalten der Letzteren harmonirt mit den aus der Betrachtung der Analysen hervorgegangenen Schlüssen.

Noch sei hier bemerkt, dass Titrationsen von 10 cc Flüssigkeit nach der Absorption des Ammons bei allen Gesteinen nie Resultate lieferten, welche um mehr als 0,15 cc Differenz mit dem Titer der angewandten Salmiaklösung zeigten, was als neuer Beweis für die Nichtabsorptionsfähigkeit des Chlors aus neutralen Salzen angesehen werden kann.

Die vorstehend mitgetheilten Resultate bestätigen die über die Absorption wiederholt beobachteten Thatsachen.

Meteorologische Uebersicht

über die Temperaturen, Regenmengen etc. in Erlangen vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1884. — Auszug aus dem Berichte der Erlanger Meteorologischen Station.

Jahre	Mittlere Temperatur		Mittel aus Maximum und Minimum °C.	Absolutes		Summa der Nieder- schläge pro <i>qm</i> Liter	Zahl der Tage mit Nieder- schlägen	Ge- witter
	Maximum	Minimum		Minimum	Maximum			
	°C.	°C.		°C.	°C.			
1875 vom 1. Juni	—	—	12,9	— 26,00	+ 38,0	39,76	43	—
1876	—	—	10,8	— 15,00	+ 36,0	47,98	75	—
1877	—	—	9,0	— 16,00	+ 31,2	54,494	200	—
1878	14,6	3,37	8,98	— 18,8	+ 37,2	61,12	199	—
1879	11,81	2,31	7,06	— 28,00	+ 32,4	78,57	211	16
1880	14,26	4,88	9,57	— 19,00	+ 31,1	51,58	180	10
1881	12,72	3,45	8,08	— 27,5	+ 35,5	68,56	190	15
1882	13,07	4,26	8,67	— 14,8	+ 31,8	96,75	208	17
1883	12,80	3,88	8,34	— 15,0	+ 31,8	52,84	170	15
1884 bis 1. Juni	0,62	34,90	17,77	— 8,6	+ 28,2	17,78	52	3